

COLECCION HERPETOLOGICA  
Y BIBLIOTECA  
Dr. José Miguel Cei

**ESTRATTO**

DAL

**Monitore Zoologico Italiano**

Anno LV, N. 7-12 — Firenze 1946.

---

G. CEI

BIBLIOTECA  
JORGE D. WILLIAMS

**Ortogenesi parallela e degradazione degli organi  
della vista negli Spalacidi.**

(Con 4 figure nel testo).



FIRENZE  
DITTA EDITRICE LUIGI NICCOLAI  
1946

Estratto dal Vol. LV, fasc. 7-12, del *Monitore Zool. Ital*

BIBLIOTECA  
JORGE D. WILLIAMS

ISTITUTO DI ZOOLOGIA DELL'UNIVERSITÀ DI FIRENZE

## Ortogenesi parallela e degradazione degli organi della vista negli Spalacidi.

(Con 4 figure nel testo).

G. CEI

E vietata la riproduzione.

Gli Spalacidi costituiscono una caratteristica famiglia di roditori myomorfi che il WEBER (1928) ritiene molto vicini ai Dipodidi da un lato, dall'altro ai *Nesomyidae* malgasci tra i *Muroidea*. L'intera famiglia si restringe oggi a tre generi artogcici, tutti altamente specializzati e con aree di distribuzione ben delimitate e distinte: i *Rhizomys* con una dozzina circa di specie dall'Assam e dalla Birmania allo Yunnan, al-

l'Indocina e all'isola di Sumatra, i *Tachyoryctes* con altrettante forme in Africa orientale e gli *Spalax* mediterranei, con una decina di specie tra l'Egitto, l'Asia Minore, la penisola balcanica e la Russia meridionale.

Il comportamento ecologico delle varie forme di questi tre generi vicarianti è significativo. I *Rhizomys*, spesso di robusta statura, sono creature epigee, per quanto solitarie e crepuscolari, e vivono costantemente legati alla foresta orientale di bambù (« Bamboo-Rats » degli Inglesi), dei cui germogli e delle cui radici si nutrono: hanno code corte, orecchi piccoli, occhi piccoli con ristretta apertura palpebrale, e zampe anteriori e posteriori poco adatte allo scavo. I *Tachyoryctes* africani sembrano invece in prevalenza notturni, ad abitudini sotterranee e assai più adattati allo scavo nei terreni aridi e sciolti che prediligono: risultano legati anch'essi ai grandi isolati di bambù (*Oxythenanthera*) onde vengono pure denominati « Bamboo-Rats ». Ancor più che nei confratelli asiatici diminuiscono i loro orecchi, le loro appendici caudali e appena percettibile si rende la sottile rima palpebrale dei loro occhi piccolissimi. Gli *Spalax* vengono infine considerati quali tipici elementi ipogei e di steppa e le loro abitudini appaiono del tutto uniformi, dalla piccola forma egiziana e palestinese alle grosse forme ucraino-caucasiche. Essi scavano abilmente il terreno e vi si affondano in complicate gallerie, muniti come sono di arti specializzati, e difficilmente si mostrano all'a superficie, trovando sotterra il loro alimento. Mancano loro i padiglioni auricolari e la coda; il naso si fa grosso e ben protetto da cartilagini, mentre gli occhi scompaiono interamente sotto la cute, ovunque ricoperta da lungo e fitto pelame.

Un primo esame anatomico mostra dunque come la morfologia degli Spalacidi sembri corrispondere ai vari gradi della loro specializzazione ecologica, e poichè particolarmente sensibili si dimostrano le modificazioni strutturali esterne interessanti gli organi della vista e dell'udito, può meritare un particolare interesse il loro studio anatomico-istologico, nei confronti dei problemi dell'adattamento all'ambiente e della degradazione evolutiva di un apparato funzionante in uno stesso ramo filetico. In questa nota descriveremo così comparativamente l'apparecchio della vista di tre tipiche forme, ciascuna delle quali rappresenta uno dei rami della famiglia degli *Spalacidae*, e cioè il *Rhizomys badius* HUGS. della Birmania, il *Tachyoryctes cheesmani* THOM. del Wallega (A. O.) e lo *Spalax typhlus* PALL. dell'Ungheria e della Besarabia. Mentre già vennero condotte ricerche sulla regressione dell'occhio negli Insettivori (*Talpa*, *Scalops*, *Mogera*, *Chrysochloris*) e nel *Notoryctes typhlops* tra i marsupiali, si può osservare come relativamente scarse siano state finora le indagini sui roditori ipogei. In particolare tra gli Spalacidi fu esclusivamente studiato lo *Spalax typhlus*,

dall'HANCKE (1900) (1) e dallo SZAKALL (1905) (2): delle loro osservazioni potei perciò valermi per i miei confronti.

Trattandosi di materiale assai raro, specialmente per le forme africane e asiatiche, non potei disporre che di esemplari conservati in alcool e di data non recente. L'energica azione di questo inadatto fissativo (3) produsse quindi coartazioni in taluni tessuti, tali per fortuna da non impedire lo studio generale delle diverse parti anatomiche dei globi oculari e della loro istologia, ma sufficienti per ostacolare talora una troppo precisa osservazione di certi organi particolarmente delicati, quali il corpo vitreo, l'arteria jaloidea e la zonula ciliare dello Zinn. Ringrazio infine vivamente, al termine delle mie succinte ricerche, il Prof. N. BECCARI, Direttore dell'Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Firenze, nel cui Laboratorio vennero eseguiti i preparati, il Prof. T. TERNI, Direttore dell'Istituto di Istologia dell'Università di Padova per il suo amichevole interessamento, il Prof. O. DE BEAUX del Museo Civico di Storia Naturale di Genova, che cortesemente ebbe a determinare *Tachyoryctes cheesmani* e mi fornì utili notizie di carattere sistematico, e il Prof. A. RUBINO, Aiuto nella Clinica Oculistica dell'Università di Firenze, per il suo cortese consiglio nell'interpretazione di taluni dettagli strutturali del cristallino di *Tachyoryctes*.

### L'occhio di *Rhizomys badius* (vedi figg. 1 e 4, 1 e 3).

*Dimensioni.* — La lunghezza approssimata del globo oculare, in un esemplare adulto femmina lungo senza la coda cm. 19, è di circa mm. 3,8: di poco inferiore il diametro trasverso.

*Cornea e camera anteriore.* — Partendo dalla sua superficie esterna vi si osserva una cornea sottile e convessa, che possiede uno spessore di circa 60  $\mu$  verso il centro e di circa 65-70  $\mu$  verso l'orlo, dove trapassa nella sclerotica il connettivo della sua sostanza propria, denso di fasci regolari di fibre sovrapposte (4).

(1) *A. Ophthalm.*, 57, 1900. (Letto nel riassunto di V. FRANZ in *Handbuch der Vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere* di BOLK L. e GÖPPERT E., Berlin, 1934).

(2) *Math. Natw. Bericht Ungh., Leipzig.*, 20, 1905.

(3) Posso per altro aggiungere che, nonostante l'assoluta e perentoria controindicazione di questo liquido come fissativo dataci comunemente da tutti i testi di tecnica istologica, in questo caso la fissazione delle cellule e dei singoli tessuti era veramente ottima, nè affatto diminuita la loro colorabilità.

(4) È evidente che queste misure e quelle successivamente riportate hanno soltanto un valore indicativo, dal punto di vista anatomico, e non significato generale di carattere specifico, riferendosi infatti ai pochi esemplari che mi fu possibile di esaminare e non tenendo quindi conto dei limiti della variabilità, spesso molto forte, specialmente nel caso di organi degradati.

L'epitelio pluristratificato corneale, spesso 12-15  $\mu$ , viene costituito al centro da 3-4 strati di cellule appiattite: vi è sottoposta una sottilissima membrana basale (lamina del Bowmann), dimostrabile a forte ingrandimento. Chiaramente dimostrabile anche con deboli ingrandi-

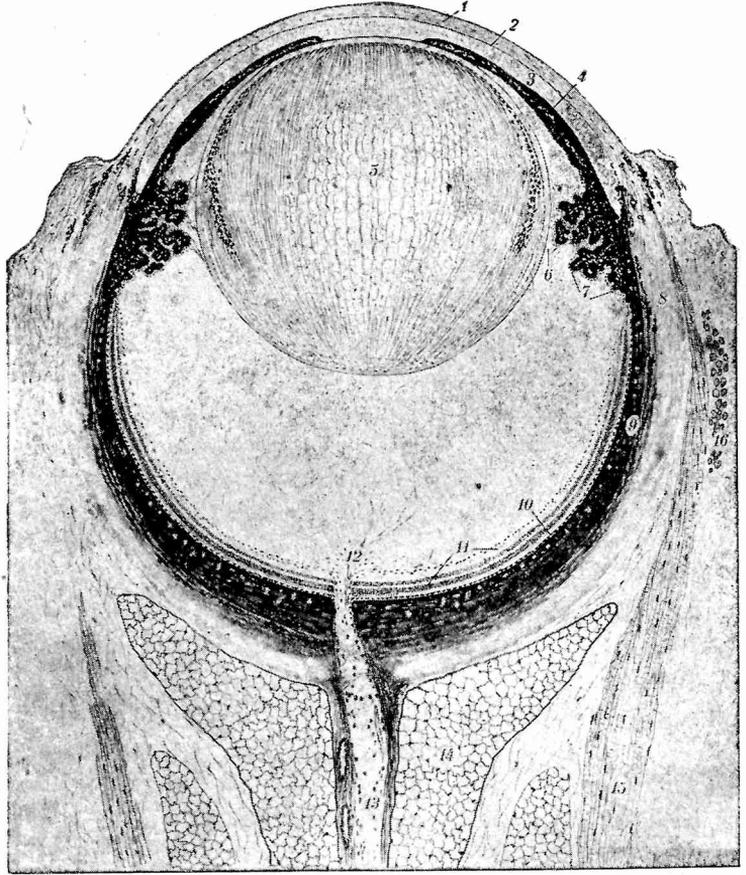


Fig. 1. — Sezione longitudinale dell'occhio di *Rhizomys badius* (figura semi-schematica da sezioni in serie). Ingr. circa 24  $\times$ .

1. cornea; 2. endotelio corneale; 3. camera anteriore dell'occhio; 4. iride; 5. cristallino; 6. zonula ciliare; 7. corpi ciliari; 8. sclerotica; 9. corioidea; 10. epitelio pavimentoso pigmentato della retina; 11. retina; 12. arteria jaloidea; 13. nervo ottico; 14. capsula adiposa; 15 e 16. muscoli oculo-motori, retti e obliqui.

menti è invece la lamina elastica posteriore (del Descemet), omogenea, spessa circa 4  $\mu$  al centro e 6-7  $\mu$  alla periferia: essa appare regolarmente rivestita verso l'interno da un endotelio appiattito.

Alla cornea fa quindi seguito una ridotta ma ben delimitata camera anteriore, piena di una sostanza densa, coagulata e debolmente colorata dall'eosina nei preparati. L'ampiezza della camera anteriore oscilla

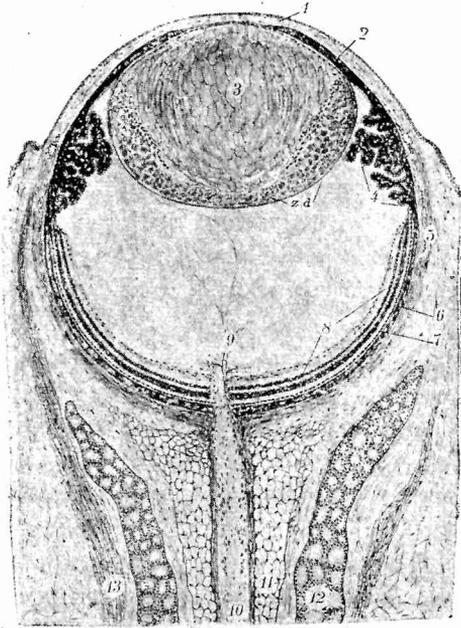


Fig. 2. — Sezione longitudinale dell'occhio di *Tachyoryctes cheesmani* (figura semischematica da sezioni in serie). Ingr. circa 25 ×.

1. cornea; 2. iride; 3. cristallino; 4. corpi ciliari; 5. sclerotica; 6. corioidea; 7. epitelio pavimentoso pigmentato della retina; 8. retina; 9. arteria jaloidea; 10. nervo ottico; 11. capsula adiposa; 12. ghiandola di Harder; 13. muscoli oculomotori; Z d. zona degenerativa.

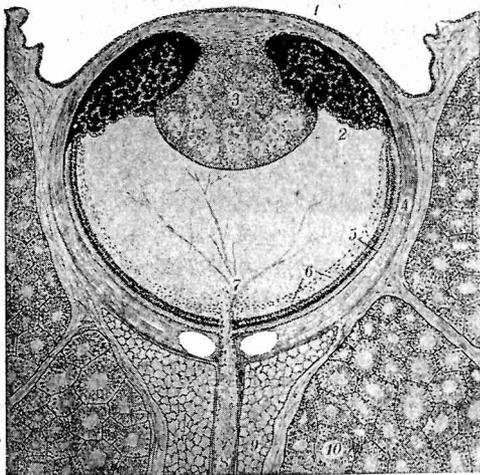


Fig. 3. — Sezione longitudinale dell'occhio di *Spalax typhlus* (figura semischematica da sezioni in serie). Ingr. circa 33 ×.

1. cornea; 2. iride e corpi ciliari; 3. cristallino; 4. sclero-corioidea; 5. epitelio pavimentoso pigmentato della retina; 6. retina; 7. arteria jaloidea; 8. nervo ottico; 9. capsula adiposa; 10. ghiandole di Harder. (Nota l'anello osseo-cartilagineo della sclerotica, segnato in bianco, attorno al punto d'ingresso del n. ottico).

dai 90  $\mu$  al polo anteriore dell'occhio ai 75-85  $\mu$  circa ai suoi margini laterali, dove essa termina ad angolo acuto un poco sotto la regione di passaggio sclero-corneale, all'altezza dei processi ciliari.

*Sclerotica e corioidea.* — La sclerotica è una compatta membrana costituita da fitti fasci di fibrille connettivali e da fibre elastiche, scarsamente vascolarizzata e ricca di cellule pigmentate, distribuite ad ammassi irregolari entro tutto il suo spessore ma più abbondanti verso l'interno, laddove essa trapassa quasi inavvertibilmente nella corioidea. Quest'ultima è fortemente pigmentata in tutta la sua estensione e vi si riconoscono una lamina sovracorioidea, stratificata, di passaggio alla sclerotica, una larga lamina vascolosa, attraversata da numerosi vasi sanguigni e da fascetti di cellule muscolari lisce, e una lamina basale sulla quale poggia l'epitelio pavimentoso pigmentato della retina. Lo spessore della sclerotica s'approssima a 80-90  $\mu$  nella regione dell'equatore e a  $\mu$  85-110 in vicinanza del nervo ottico: a valori analoghi, leggermente inferiori, ascenderebbero le corrispondenti misure nella corioidea. Si deve però tener conto della difficoltà di una esatta delimitazione delle due membrane nella zona di passaggio tra la sclerotica, pigmentata, e la lamina sovracorioidea.

*Iride e corpi ciliari.* — Alla corioidea fa seguito un corpo ciliare ben sviluppato, con rilievi (o processi) irregolari intensamente pigmentati e attraversati da vasi sanguigni; sulla sua superficie rivolta alla sclerotica s'applica una fascia muscolare evidente (muscolo ciliare), tanto nella sua porzione a fibre meridionali a ventaglio quanto nella sua porzione a fibre circolari. L'altezza dei processi è in media, nei preparati, circa 200-240  $\mu$ : essi vengono rivestiti dal sottile strato di cellule della *pars ciliaris retinae* e tra loro e l'equatore del cristallino si tendono le sottili fibrille della zonula ciliare dello Zinn, concorrendo a delimitare la camera posteriore dell'occhio.

Il corpo ciliare si continua anteriormente in un'ampia iride, grossa 50  $\mu$  in vicinanza della pupilla e ancor di più indietro, quasi all'altezza dell'angolo della camera anteriore dell'occhio. L'iride è regolarmente costituita e vi si dimostrano bene l'endotelio esterno pigmentato, uno stroma vascolare carico anch'esso di granuli melaninici e una normale *pars iridea retinae*, a cellule alte, intensamente pigmentate. Nello stroma lungo il margine pupillare si riconoscono le fibre anulari del muscolo sfintere: la pupilla presenta sui preparati un'apertura massima di circa mm.0,6-0,8. L'iride aderisce anteriormente per un certo tratto al cristallino: tuttavia parrebbe esistere una fessura capillare tra l'epitelio dell'iride e la superficie esterna di quest'ultimo, tale da permettere uno scambio di liquidi tra la ridotta camera anteriore e la camera posteriore, pure fortemente ridotta.

*Cristallino.* — Quest'organo biconvesso, o lente, a contorno quasi circolare nelle sezioni, vi raggiunge un diametro equatoriale di millimetri 2,200. Dai preparati non si può però giudicare con assoluta cer-

tezza l'esatta distanza dell'equatore dai processi ciliari. Nel cristallino si osserva un'evidente capsula elastica esterna, più spessa anteriormente ( $40 \mu$ ), più sottile nel tratto posteriore ( $15-20 \mu$ ); tutt'intorno alla capsula aderisce anteriormente uno strato epiteliale di cellule cubiche o appiattite, in generale ad una sola fila, salvo che nella regione equatoriale, dove esse si moltiplicano dando luogo alla cosiddetta zona dei nuclei, disponendosi in brevi file radiali che segnano ivi il passaggio dallo strato di cellule definite dell'epitelio alle vere fibre, caratteristiche dell'organo. Dette fibre (vedi fig. 4, 3, f), allineate e sottili e bene individualizzate alla periferia del cristallino, non lo sono altrettanto verso il centro e nell'interno, dove, costituendo un nucleo ben distinguibile dalla cortecchia esterna, sembrano riunirsi in grosse lamelle ialine sovrapposte, analoghe per aspetto a quelle che predominano nella struttura più uniforme che ritroveremo poi in *Tachyoryctes*. Tali compatti elementi fibrosi perdono la decisa eosinofilia che si nota nelle fibre appena differenziate, si colorano molto debolmente, eccetto che ai loro margini, o non si colorano affatto.

*Vitreo e arteria jaloidea.* — Resta qua difficile descrivere in dettaglio forma e struttura del corpo vitreo. È possibile soltanto osservarvi delle fibrille irregolarmente intrecciate, residuo dello stroma, e dei minuti elementi cellulari vacuolizzati, poco tingibili. Nella zona della papilla ottica si riesce a distinguere l'ingresso dell'arteria jaloidea, che probabilmente non dovrebbe del tutto scomparire nel *Rhizomys* adulto, per quanto in questi preparati non si possa seguirne con chiarezza le tracce nè osservare altresì il canale del Cloquet che dovrebbe prenderne il posto.

*Retina e nervo ottico.* — Appaiono regolarmente sviluppate e la prima raggiunge uno spessore di circa  $110-130 \mu$  nella regione posta tra la papilla e l'ora serrata.

Dall'interno all'esterno vi si osservano successivamente: a) lo strato delle cellule ganglionari ( $10-15 \mu$ ), sovrastato dallo straterello sottile delle fibre amieliniche cui fa seguito la fila abbastanza regolare delle grosse cellule multipolari; b) lo strato plessiforme interno ( $30-35 \mu$ ); c) lo strato dei granuli interni ( $15-25 \mu$ ), ove si riconoscono nelle file della zona superficiale grandi ed omogenee cellule orizzontali e nelle file della zona media e profonda le caratteristiche cellule bipolari e le cellule amacrine; d) lo strato plessiforme esterno ( $12-15 \mu$ ); e) lo strato dei granuli esterni (circa  $30 \mu$  di altezza), costituito dalle piccole cellule degli elementi visivi, disposte su 8-9 file. Oltre i granuli, o nuclei degli elementi visivi, e la sottile membrana limitante esterna che li delimita si estende infine lo strato dei cosiddetti « coni e bastoncelli », ossia delle espansioni terminali delle cellule sensoriali. Non è possibile descrivere in

dettaglio dai preparati la forma e la costituzione di detti prolungamenti: parrebbe tuttavia a un primo esame che, a somiglianza di quanto avviene in altri roditori, essi risultino di un sol tipo e di forma intermedia tra il bastoncello e il cono.

Ultimo degli strati retinici s'interpone tra la corioidea e lo strato dei coni e bastoncelli l'epitelio pavimentoso della retina, composto in tutta la sua estensione da grandi cellule poligonali, poco appiattite e intensamente pigmentate.

Escluso il rivestimento adiposo ma comprese le guaine (durale, aracnoideale e piaie), e in vicinanza del suo punto d'ingresso nel bulbo oculare, il nervo ottico misura un diametro di 350  $\mu$ . Il diametro del solo nervo ottico ascende invece nella stessa regione a circa 235  $\mu$ .

*Organi accessori dell'occhio.* — L'occhio giace entro la sua guaina connettivale nella cavità orbitaria, protetto posteriormente da una ricca capsula adiposa. I suoi muscoli oculo-motori sono normalmente sviluppati nè vi risulta ipertrofia particolare, esaminando i preparati, delle ghiandole di tipo lacrimale, compresa la gh. di Harder.

L'epitelio della cornea si continua verso l'esterno nell'epitelio congiuntivale che tappezza la faccia interna delle palpebre. Queste possiedono un'apertura piuttosto ristretta e sono rivestite da numerose ciglia e esternamente da peli. La lunghezza della rima palpebrale ascende in *Rhizomys badius* a circa 4,5 mm. Ridotta ad una semplice piega nel fondo del sacco congiuntivale è la membrana nittitante o terza palpebra.

### **L'occhio di *Tachyoryctes cheesmani*** (vedi figg. 2 e 4, 2 e 4).

*Dimensioni.* — In questa specie, in un esemplare giovane femmina lungo senza la coda cm. 14, il globulo oculare raggiunge un diametro massimo approssimato di mm. 2,2-2,3.

*Cornea e camera anteriore.* — La cornea è sottile (25-35  $\mu$ ), il suo epitelio stratificato risulta relativamente alto (12-15  $\mu$ ), a 4-5 strati di cellule sovrapposte, con evidente corneificazione degli strati superficiali. La sostanza propria è costituita da fitti fasci paralleli di fibrille connettivali, più densi e tingibili negli strati interni: vi si scorgono grandi cellule corneali allungate, intensamente colorabili. Non sembra dimostrabile una membrana basale (del Bowmann), nè si può mettere in evidenza la membrana del Descemet, aderendo direttamente alla sostanza propria le cellule endoteliali che internamente la rivestono. Manca in quest'occhio la camera anteriore, onde l'endotelio corneale, quando è chiaramente riconoscibile, s'interpone direttamente tra la sostanza propria della cornea, la superficie anteriore della capsula del cristallino e l'iride.

*Sclerotica e corioidea.* — La cornea si continua nella parte sclerale della tonaca fibrosa attraverso una regione sclero-corneale di transizione, nella cui faccia profonda sono ancora riconoscibili dei seni venosi e delle lacune allungate, attraversate perpendicolarmente da forti fibre iridee, riferibili al legamento pettinato del sistema trabecolare cilio-sclerale.

La sclerotica è una robusta e spessa membrana fibrosa (75-85  $\mu$  nella zona equatoriale), con fibre elastiche ma con scarse cellule pigmentate e scarsamente vascolarizzata: internamente essa trapassa nella corioidea tramite una lamina sovracorioidea a lamelle sovrapposte, con larghissimi e irregolari spazi pericorioideali. Lo spessore della tonaca vascolare o corioidea è pertanto assai ridotto (25-35  $\mu$  in vicinanza del nervo ottico, 20-25  $\mu$  all'equatore): anche lo stroma della sua lamina vascolosa è poco rilevante e relativamente modesta la quantità delle cellule pigmentate che vi compaiono.

*Iride e corpo ciliare.* — Il corpo ciliare è fortemente sviluppato in rapporto alle dimensioni del globo oculare e i suoi processi mammellonati e irregolari (altezza più frequente dalle misure prese sulle sezioni 200-230  $\mu$ ) sono intensamente pigmentati; la loro superficie interna è ricoperta dalla *pars ciliaris retinae* e il loro stroma fondamentale contiene numerosi vasi sanguigni e capillari. Nella porzione antero-mediale esterna del corpo ciliare giace il cosiddetto muscolo ciliare, discretamente sviluppato anche nelle sue fibre circolari.

Dal corpo ciliare si passa quindi all'iride, intensamente pigmentata e spessa verso la pupilla 35-45  $\mu$ , verso la periferia 20-25  $\mu$ . Sulla sua faccia anteriore, che tocca direttamente gli strati inferiori della cornea, è impossibile riconoscere cellule endoteliali così ben distinte quanto quelle che si possono facilmente esaminare nell'endotelio corneale, almeno in alcuni punti. Lo stroma irideo consta di fibrille compatte, con poche lacune e pochissimi vasi, ma gremite di cellule intensamente pigmentate. Sulla faccia posteriore dell'iride, nella parte di questa immediatamente seguente i processi ciliari, è distinguibile l'epitelio della *pars iridea retinae*, carico di granuli melaninici: detto epitelio tuttavia non è più nettamente individuabile lungo tutto il tratto in cui l'iride, fino al margine della pupilla, aderisce direttamente alla superficie della capsula del cristallino (vedi fig. 4, 2).

Anche il muscolo sfintere della pupilla sembra modicamente sviluppato: la pupilla è larghissima e la sua misura massima nei preparati si può valutare in quasi 500  $\mu$ . Dai processi ciliari all'equatore del cristallino sono pure riconoscibili le finissime fibrille della zonula dello Zinn.

*Cristallino.* — È una delle parti più interessanti di quest'occhio, per le sue modificazioni in probabile rapporto con la generale involuzione

dell'organo e con le caratteristiche biologiche di una forma scavatrice ed ipogea quale già s'avvia ad essere il *Tachyoryctes*.

Il cristallino costituisce una grande massa biconvessa fortemente

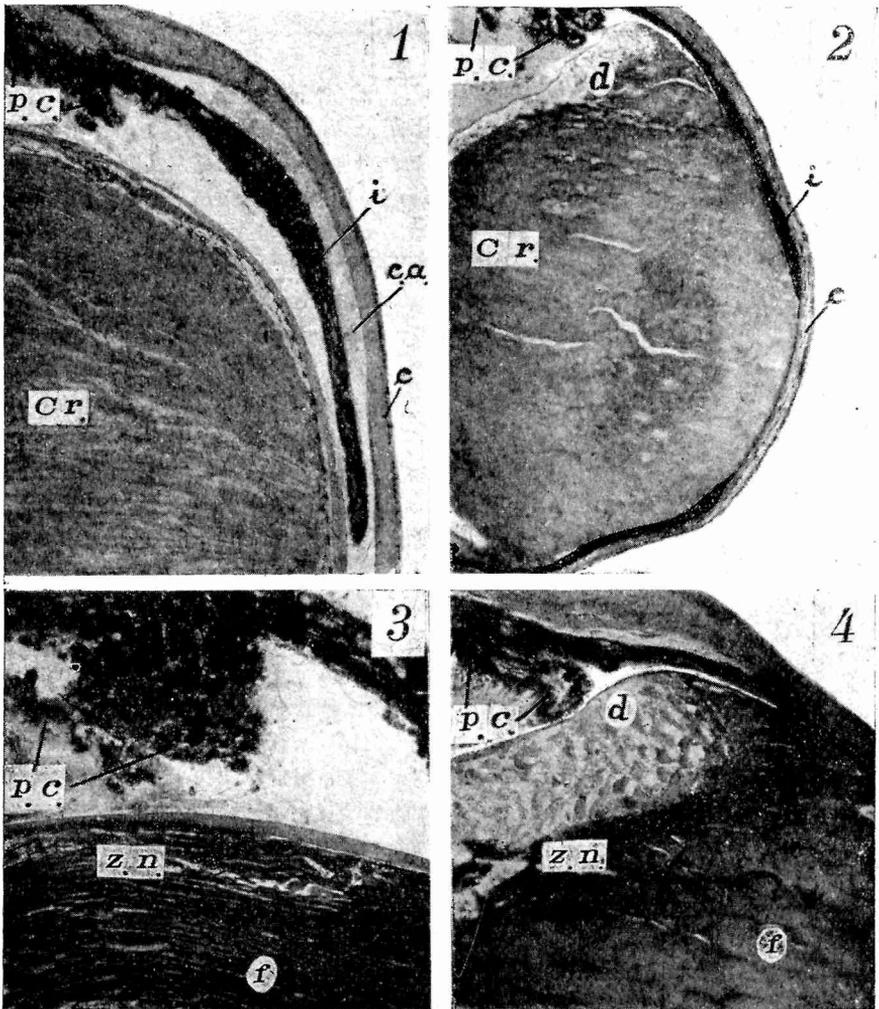


Fig. 4. — 1. Sezione della regione anteriore dell'occhio di *Rhizomys badius* (notare la leggera deformazione della convessità della cornea, dovuta alla fissazione); 2. idem dell'occhio di *Tachyoryctes cheesmani* (notare la completa ed evidente assenza della camera anteriore); 3. zonula ciliare e zona dei nuclei del cristallino nell'occhio di *Rhizomys badius*; 4. zona dei nuclei del cristallino e zona degenerativa nell'occhio di *Tachyoryctes cheesmani* (1 e 2 ingr. 66 ×; 3 e 4 ingr. 110 e 120 ×).

Cr.: cristallino; p. c.: processi ciliari; f.: fibre del cristallino; z. n.: zona dei nuclei; d.: zona degenerativa; c.: cornea; i.: iride; c. a.: camera anteriore.

incurvata nella sua faccia anteriore. Il suo diametro equatoriale ascende nei preparati a mm. 1,230; l'altezza può esserne valutata in mm. 1,150, sempre sui preparati e tenendo conto delle possibili modificazioni dovute alla grossolana e troppo protratta fissazione. Vi si dimostra esternamente una sottile capsula omogenea, elastica, spessa 3-5  $\mu$ , confinante per largo tratto con l'iride e quindi con la superficie interna della cornea.

Alla capsula segue un fitto strato pavimentoso di nuclei appiattiti, intensamente colorabili. Questa fila di nuclei oltrepassa di poco verso il polo posteriore l'equatore del cristallino, mentre si moltiplica prima di tale zona, dando luogo a varie file radiali di cellule, disposte secondo un certo ordine e in via di differenziazione in fibre. Dalla zona dei nuclei verso la parte centrale della lente si estende quindi una fitta serie concentrica di lamelle fibrose poco distinguibili, immerse in una sostanza cementante vischiosa e omogenea, variamente colorabili dall'eosina-orange ma in taluni punti traslucide. Questa struttura del cristallino si mantiene presso a poco uniforme in ogni suo punto, fatta eccezione della calotta polare posteriore. Sembra per altro parlare in favore di uno stadio poco avanzato della sua differenziazione la mancanza di un nucleo centrale bene individualizzato, riconoscibile per diversa consistenza e struttura delle sue fibre più antiche: come sembra invece dimostrarsi in *Rhizomys badius*.

Nella regione equatoriale compresa tra la zona dei nuclei e la capsula del cristallino le cellule non soltanto appaiono indifferenziate ma vanno progressivamente incontro ad evidenti processi degenerativi per rigonfiamento e chiarificazione citoplasmatica e nucleare, seguiti da probabile vacuolizzazione e successivo disfacimento (vedi fig. 4,  $\frac{1}{2}$ , d). Tale processo di degenerazione, di cui nel vivente sarebbe interessante conoscere la natura chimica, conduce perciò le primitive cellule del cristallino ad un ammasso poco consistente di residui citoplasmatici immersi in un mezzo liquido di densità ignota: ciò avviene pure dalla zona dei nuclei fino al polo posteriore, abbracciando dunque entro un certo spessore l'intera calotta interna della lente. La regione corticale posteriore deve finire quindi, negli esemplari viventi, col presentare una consistenza e una struttura ben diverse dalla consistenza e dalla struttura della regione anteriore e nucleare, con probabili importanti conseguenze sulla rifrazione dell'organo e sulla sua normale funzionalità.

Tra la lente e il corpo ciliare s'interpongono le fibrille zonulari dell'apparato sospenditore del cristallino: non vien però consentito anche da questi preparati di stabilire con precisione la normale distanza che intercorre nel vivente tra la superficie esterna della capsula e i processi, donde principalmente traggono origine le fibrille.

*Vitreo e arteria jaloidea.* — Non ci fu possibile dal nostro materiale

una dettagliata descrizione del corpo vitreo, del suo stroma, del suo contenuto e dei suoi elementi vacuolari. Assieme a residui dello stroma fibrillare vi s'osservano però indubbie tracce dell'arteria jaloidea, soprattutto in prossimità della papilla ottica.

*Retina e nervo ottico.* — Notevolmente spessa in rapporto al volume dell'occhio, la membrana della retina s'aggira sui 145-155  $\mu$  tra la papilla e l'ora serrata. L'altezza dei suoi diversi strati può misurarsi in 14-16  $\mu$  per lo strato ganglionare, in 40-45  $\mu$  per lo strato plessiforme interno, in 24-28  $\mu$  per lo strato dei granuli interni, in 14-16  $\mu$  per lo strato plessiforme esterno e in 30-35  $\mu$  per i granuli esterni, disposti su 8-10 file. I prolungamenti a bastoncino delle cellule visive parrebbero morfologicamente poco differenziati, secondo quanto fu detto pure per *Rhizomys*, raggiungendo complessivamente uno spessore di almeno 16-20  $\mu$ . Le cellule dell'epitelio pavimentoso della retina sono in questa forma eccezionalmente grandi e cariche di granuli di pigmento. L'altezza media di siffatti elementi poligonali risulta pertanto sui 7-8  $\mu$ . Il diametro del nervo ottico, guaine di rivestimento comprese, ascende in *Tachyoryctes* a 230  $\mu$  in prossimità del globo oculare. Il diametro del solo nervo ottico è ivi di circa 160  $\mu$ . Mediante la sua superficie esterna la guaina durale appare in intimo contatto con la grossa capsula adiposa che avvolge interamente l'occhio nella sua parte posteriore.

*Organi accessori dell'occhio.* — A paragone dell'occhio di *Rhizomys* dobbiamo rilevare un vistoso incremento di alcune ghiandole di tipo lacrimale, massime della ghiandola di Harder, che si porta molto in avanti con i suoi lobi, abbracciando posteriormente, per un buon terzo della sua superficie, il globo oculare. Ancora presenti sono i muscoli oculo-motori, sensibilmente ridotti e assottigliati per tutta quella parte del loro decorso che si può seguire nei preparati.

Le palpebre, la cui rima strettissima può venir misurata in mm. 2,4, appaiono rigonfie e ricche di ghiandole palpebrali, anche accessorie: notevoli le note ghiandole del Meibomio. Sulle palpebre s'osservano esternamente dei peli e lungo la loro superficie di contatto delle ciglia, la cui presenza si può seguire, per un buon tratto, verso l'interno. Estremamente accentuata è poi la riduzione della piccola piega congiuntivale che tiene il posto della terza palpebra, assai sviluppata in altri Roditori (Scoiattoli, Duplicidentati); tale riduzione viene accompagnata dal mediocrissimo sviluppo del muscolo retrattore del bulbo, o m. coanoide, connesso col movimento « a scatto » della nittitante.

### **L'occhio di *Spalax typhlus* (vedi fig. 3).**

In un esemplare esaminato, lungo 16 cm., il diametro del globulo ascendeva in media a circa 1,45 mm.; valore evidentemente approssi-

mato, dato lo stato di conservazione del materiale. L'HANKE definisce l'occhio dello *Spalax* « grande quanto un grano di canapa »; lo SZAKALL riporta pure delle misure non lontane dalla nostra, ossia mm. 1,280 per il diametro antero posteriore e mm. 1,344 per il diametro trasverso.

*Cornea e camera anteriore. Sclerotica e corioidea.* — L'HANKE parla di una sclero-cornea quasi uniforme, in cui la parte propria della sclerotica trapasserebbe senza la guaina di Tenone nel connettivo subcongiuntivale e perighiandolare. Insieme con lo SZAKALL vi si può riconoscere tuttavia nella tonaca propria della regione corneale una struttura delle fibre connettivali un poco diversa da quella della sclerotica (fibrille dei fascetti connettivali più lasse, attraversate da canalicoli umorali, sulle cui pareti s'osservano degli ingrossamenti, i nuclei delle cellule corneali). Non molto differente da quella della sclerotica è invece la struttura della membrana fibrosa corneale nei suoi strati più profondi, dove si continua in quel sottile strato sclerale che aderisce direttamente, in assenza della camera anteriore, alla superficie esterna del cristallino, qua fortemente degenerato. Mancano infatti nella cornea, oltre all'endotelio interno, sia la membrana basale anteriore, sia la membrana del Descemet: questa si differenzerebbe contemporaneamente alla separazione della corioidea dalla sclerotica e, poichè in quest'occhio degradato la corioidea non è distinguibile e si riduce soltanto ad una rete sottile di capillari, anche la membrana basale posteriore sembra subire nell'ontogenesi un eguale arresto di sviluppo. L'epitelio corneale, pluristratificato, raggiunge un'altezza di 9-10  $\mu$  nella sua parte centrale, di 11-13  $\mu$  alla periferia. L'altezza complessiva della cornea tocca nelle stesse zone rispettivamente i 75-80  $\mu$  e i 40-45  $\mu$ .

La membrana della sclerotica, priva o quasi di cellule pigmentate, ha uno spessore di circa 30-40  $\mu$  verso l'equatore del globulo e viene internamente a diretto contatto con l'epitelio pigmentato della retina.

È di una eccezionale importanza l'esistenza in *Spalax* di un vero e proprio « calice » osseo, circondato da cartilagine, tutt'intorno al nervo ottico nella regione in cui questo attraversa la sclerotica. Una struttura siffatta, frequente e normale nei Pesci, in certi Rettili e Anfibi e specialmente negli Uccelli, risulta assolutamente rara per i Mammiferi, dove vennero descritte delle lamine cartilaginee nella parte inferiore della sclerotica principalmente nei Monotremi (Ornitorinco, Echidna) e nella Talpa marsupiale (*Notoryctes typhlops*) e dove tra i Placentati ho finora rinvenuto alcuni evidenti noduli cartilaginei scleroticali soltanto nell'*Heterocephalus glaber* (*Bathyergoidea*).

Per la sua particolare natura tale formazione non deve certamente costituire un reperto accidentale nell'esemplare da me esaminato; è del resto strano che non ne sia stata fatta fin qui menzione dagli Autori

che studiarono in passato gli occhi di questo spalacide. Veramente singolare sembra pertanto la comparsa di caratteri « non mammalogici », quale la persistenza di formazioni o « calici » ossei o cartilaginei scleroticali, soprattutto in forme ipogee e microftalme.

*Iride e corpi ciliari.* — Manca ogni differenziazione dell'iride. I corpi ciliari, enormi in rapporto al volume dell'occhio, sembrano far seguito all'epitelio pigmentato della retina. La struttura dei processi, fortemente plicati e rivestiti internamente dall'epitelio della *pars ciliaris retinae*, appare mascherata da grande accumulo di pigmento, nè mi è stato fin qui possibile di rintracciarvi i muscoli ciliari. Anteriormente il corpo ciliare delimita un'apertura irregolare, dal diametro approssimato di 450-500  $\mu$ , equivalente alla pupilla e attraverso alla quale raggiungono la retina le sensazioni luminose.

*Cristallino.* — È in uno stadio di grande indifferenziazione, cui sembrano sovrapporsi vasti processi degenerativi secondari. Lo SZAKALL ne dà come dimensioni dei valori di circa 448  $\mu$  per l'altezza e di 672  $\mu$  per la larghezza. Esso viene a diretto contatto mediante la sua capsula sottilissima con la superficie posteriore della cornea; lateralmente e fino al disotto della regione equatoriale lo abbracciano i processi ciliari; posteriormente confina col corpo vitreo. Può venir descritto come un ammasso di cellule irregolari, che non sembrano aver dato origine a vere fibre o ad elementi allungati: anteriormente vi si riconosce un rudimentale epitelio monostratificato ma verso la superficie interna vi compaiono più strati epiteliali, irregolarmente disposti, la maggior parte delle cui cellule sembra colpita da alterazioni gravissime, con chiarificazione del citoplasma, vacuolizzazione e successivo disfacimento. L'HANKE paragona pertanto questi processi degenerativi a quelli che avvengono in condizioni patologiche nella lente umana affetta da cataratta.

Una simile degenerazione delle cellule del cristallino non è del resto limitata in questa forma alla sola regione posteriore (cfr. quanto avviene in *Tachyoryctes*), ma sembra bensì estendersi all'intero corpo della lente. Si vengono perciò a formare qua e là nella massa dell'organo dei larghi spazi cavi, con probabile funzione di raccolta di liquidi essudativi umorali (« Saftkanäle »).

Come conseguenza di un siffatto arresto di sviluppo e della successiva degenerazione cellulare, il cristallino non accusa più nello *Spalax* una forma perfettamente definita. Lo SZAKALL, che ne ha osservati parecchi esemplari, riferisce così che esso può presentarsi sia come un semplice ammasso di cellule piccole e grandi in procinto di disfarsi, sia come una vera e propria lente vescicolare, costituita però da cellule irregolari e degeneranti.

*Corpo vitreo e arteria jaloidea.* Lo spazio della cavità oculare lasciato libero dalla lente viene riempito dal corpo vitreo, a struttura fibrillare, attraversato dal tronco e dai rami dell'arteria jaloidea. È questa una disposizione anatomica strettamente embrionale, chiaramente dimostrabile negli adulti di questa specie, sec. HANKE e SZAKALL. Il primo di questi AA. parla pure di un vero « coloboma del nervo ottico », cui andrebbero bensì unite altre forme di coloboma, tra cui il « coloboma dell'iride ».

L'arteria jaloidea, prolungamento dell'*arteria centralis retinae*, che decorre insieme al nervo ottico entro le guaine connettivali di quest'ultimo, manda anteriormente dei ramuscoli verso i corpi ciliari, ma non si è per altro ben sicuri che finiscano col penetrarvi.

*Retina e nervo ottico.* Del nervo ottico, costituito da finissime fibre ondulate e rivestito da una evidente guaina connettivale, lo SZAKALL riferisce d'aver seguito regolarmente il decorso dal bulbo oculare in cavità cranica, fino alla base del cervello.

Sulla retina, di cui lo stesso A. offre una descrizione minuziosa, si possono condurre brevemente le osservazioni seguenti. Lo spessore di tale membrana può venir valutato in media 90-100  $\mu$ , dalla papilla all'ora serrata: la *pars ciliaris retinae*, relativamente alta, non parrebbe invece più spessa di 30-40  $\mu$ . Dei vari strati retinici lo strato delle fibre nervose, poco evidente e delimitato verso il vitreo dalla membrana limitante interna, vede infiltrarsi entro il suo modesto spessore alquante cellule ganglionari, che non vi formano successivamente uno strato inferiore continuo ma s'estendono irregolarmente anche allo strato plessiforme interno, di cui non si riesce quindi a stabilire esattamente l'altezza. Complessivamente questi primi strati (delle fibre nervose, ganglionare e plessiforme interno) parrebbero raggiungere uno spessore di almeno 25  $\mu$ .

Lo strato dei granuli interni e quello dei granuli esterni — ben distinto il primo verso lo strato plessiforme interno — confluiscono largamente tra di loro in più punti, massime in vicinanza dell'ora serrata, e danno luogo quindi ad una struttura poco distinta, che starebbe a dimostrarci come nello sviluppo della retina di *Spalax* le cellule possano moltiplicarsi e disporsi in strati definiti ma non proseguire ulteriormente nella loro differenziazione. Tra i due strati s'interpone però in alcuni punti e in vicinanza della papilla uno straterello sottile, povero o del tutto privo di cellule, equivalente al noto strato delle fibre di Henle e allo strato plessiforme esterno. Lo spessore complessivo dei granuli esterni e interni s'eleva in tutto a circa 45-55  $\mu$ : poco differenziata e riconoscibile è la struttura di queste cellule, i cui nuclei parrebbero attingere un diametro di non più di 5  $\mu$ . Anche la differen-

ziazione dello strato dei coni e bastoncelli sembrerebbe mediocrementemente progredita: i prolungamenti degli elementi visivi sono evidenti (secondo l'HANKE più sviluppati che nei gatti o nei conigli neonati) ma non mi sembra che vi si possano riconoscere con sicurezza dei coni, immediatamente sotto la limitante esterna, come afferma lo SZAKALL, il quale già li definisce per altro molto primitivi. Lo strato pigmentato della retina appare infine formato da una regolare fila di larghe cellule, alte circa  $7 \mu$ , cariche di fitti granuli di melanina che in taluni punti ne mascherano anche il nucleo.

*Organi accessori dell'occhio.* Questo minuscolo globo oculare venne già descritto come immerso, senza una vera guaina di Tenone, nel connettivo subcongiuntivale e perighiandolare che riempie la capace cavità dell'orbita insieme alle grosse ghiandole di tipo lacrimale, tra le quali appare enormemente sviluppata soprattutto la ghiandola di Harder. Tale ghiandola abbraccia interamente l'occhio (vedi fig. 3, 10), portandosi tutt'intorno con i suoi lobi e fino alla sua parte anteriore, immediatamente sotto la congiuntiva che riveste la camera pre-corneale o sacco congiuntivale, dove essa trova infatti il suo sbocco, secondo lo SZAKALL in connessione col condotto naso-lacrimale.

Il sacco congiuntivale risulta pertanto praticamente un sacco chiuso. Le palpebre, irricoscibili, sono definitivamente saldate e al loro posto si osserva perciò una regolare epidermide, fitta di lunghi peli. Completa è altresì, in un apparecchio della vista tanto rudimentale, la generale atrofia dei muscoli oculo-motori.

### **Considerazioni comparative e filetiche.**

Riassumendo, dall'esame anatomo-istologico dell'occhio degli Spalacidi si può rilevare tutta una serie di caratteri degradativi la cui importanza s'accresce progressivamente dai *Rhizomys*, il cui apparecchio della vista corrisponde presso a poco ad un normale apparecchio della vista di un roditore simplicidentato, agli *Spalax*, dalle palpebre interamente saldate e provvisti d'occhi talmente rudimentali da trovar riscontro soltanto in quelli d'una Talpa o d'una Crisocloride. Tipo intermedio il *Tachyoryctes*, ove gli organi visivi, anche se non ancora rudimentali, già sembrano assumere pieni caratteri di anormalità, e per il confronto che potrebbe esserne fatto con degli occhi patologici, già ci lasciano intravedere tutta la loro inefficienza funzionale fisiologica, significativa in un organismo ormai definitivamente ipogeo, scavatore e ad abitudini crepuscolari o notturne.

Si può dunque parlare in questo ramo filetico di fenomeni d'ortogenesi parallela, data la grande discontinuità attuale nell'area di di-

strubuzione dei tre generi: discontinuità per altro minore nel passato, anteriormente al Quaternario. Quello di *Rhizomys* è probabilmente il tipo d'organizzazione strutturale originaria, che possiamo assumere quale base anatomica di partenza onde seguire i diversi stadi d'involuzione delle varie parti dell'occhio negli Spalacidi (1). Così la camera anteriore, presente nel primo dei tre generi, è obliterata e forse virtuale in *Tachyoryctes*, né più se ne riconoscono tracce nello *Spalax*; i corpi ciliari già fortemente si accrescono in *Tachyoryctes* e danno quindi in *Spalax* un enorme corpo plicato e pigmentato anteriore dal quale più non giunge a differenziarsi l'iride; la corioidea, già poco differenziata nella forma est-africana, non è più anatomicamente distinta dalla sclerotica in *Spalax*; i muscoli oculomotori, attraverso una fase intermedia di riduzione (*Tachyoryctes*), scompaiono infine nella forma più degradata, ma viceversa la ghiandola di Harder trova nelle tre specie successivamente esaminate un'eccezionale e progressivo incremento, fino ad abbracciare e a rivestire interamente con i suoi lobi il piccolo globulo oculare dello *Spalax typhlus* (2).

Altri caratteri paralleli si riscontrano nella riduzione graduale dell'apertura delle palpebre e nella disposizione degli strati della retina, che appare singolarmente ispessita ma regolarmente costituita in *Tachyoryctes*, alta e a differenziazione poco progredita invece nello *Spalax*. Si riscontrano pure, probabilmente, nella persistenza dei residui embrionali dell'arteria jaloidea, ancora evidente negli adulti di *Spalax*; tuttavia i fenomeni ortogenetici più notevoli e di maggiore interesse si hanno nelle diverse fasi d'arresto di sviluppo e di degenerazione del cristallino. In quest'organo importantissimo, infatti, assieme ad una riduzione fortissima dello spessore della capsula esterna (disposizione embrionale), noi possiamo osservare fino da *Tachyoryctes* una differenziazione poco avanzata delle fibre allungate, non distinguibili come nei normali cristallini di altri mammiferi adulti in un nucleo centrale più antico e in uno strato delle lamelle esterne o corteccia, con densità di-

---

(1) Ho esaminato per maggiore controllo anche una serie di preparati dell'occhio di *Rhizomys sumatrensis* RAFFL. Pure in questa specie si constatano le stesse caratteristiche anatomiche e strutturali descritte per *R. badius*, ma la camera anteriore vi risulta leggermente più ridotta. Trattandosi di un esemplare più piccolo anche le dimensioni del globo oculare appaiono ridotte, non superando un diametro equatoriale di 2 mm.

(2) Cfr. anche, per le modificazioni a carattere ortogenetico delle ghiandole di tipo lacrimale nei roditori e in altri mammiferi ipogei, le osservazioni del LOEWENTHAL N. (*Arch. Anat. Hist. Embr., Strasbourg, 14, 1931*; *C. R. Assoc. Anat. Paris, 26, 1931*; *C. R. Acad. Sc., Paris, 194, 1932*).

versa. A partire dalla zona dei nuclei si estende inoltre a tutta la cattedra posteriore della lente di *Tachyoryctes* una zona degenerativa ove le cellule, indifferenziate, lungi dall'iniziare o proseguire una normale trasformazione istologica nelle fibre del cristallino, degenerano, vacuolizzandosi e disfacendosi e dando luogo ad una struttura anormale che, vista nel suo insieme, potrebbe ricordare le condizioni patologiche di una cataratta corticale posteriore. Tali caratteri degradativi attingono per altro il loro *maximum* nello *Spalax*, in cui la lente finisce col costituire, entro una cristalloide sottilissima, un semplice ammasso informe o irregolare di cellule indifferenziate, degenerate in gran parte e sostituite da larghi spazi cavi, ripieni di liquidi umorali e di detriti cellulari.

È chiaro, dal confronto dei dati anatomici ed ecologici, come risulti evidente nella stirpe degli Spalacidi la tendenza alla riduzione e alla perdita finale della vista, attraverso la comparsa e lo stabilizzarsi di particolari alterazioni d'organi corrispondenti e delle loro funzioni nei diversi generi sistematici: alterazioni forse vantaggiose, o per lo meno non letali né incongruenti con l'ambiente naturale, soltanto in quelle forme cui un particolare adattamento biologico avesse contemporaneamente offerto le specializzate condizioni d'esistenza degli organismi ipogei.

È altresì notevole quanto venne constatato da certi Autori che si occuparono, anche sperimentalmente, del comportamento fisiologico e genetico delle anomalie dell'occhio nei Roditori. Tra questi Autori (particolarmente GUYER e SMITH, STOCKARD, LITTLE e BAGG, IBSEN e BUSHNELL [1]) possiamo leggere in GUYER M. F. e SMITH E. A. (1920-24) come vari difetti ed alterazioni degli organi visivi, e principalmente del cristallino, compaiano spesso e spontaneamente nei Ratti e nelle Cavie, ma non nei Conigli, e come tali difetti sembrano ereditariamente trasmissibili. Anche IBSEN H. L. e BUSHNELL L. D. (1931), quantunque i loro risultati sperimentali con collimino con quelli del GUYER, appaiono concordi nel rilevare la straordinaria scarsezza della comparsa spontanea di simili difetti ereditari nei Conigli. Ora, a differenza dei Conigli (duplicidentati), Ratti e Cavie, e probabilmente altri generi e specie di cui non esistono o non ho potuto fin qui ottenere indicazioni bibliografiche, appartengono allo stesso vasto gruppo sistematico in cui

(1) Vedi GUYER M. E. and SMITH E. A. (*Journ. Exp. Zoöl.*, 26, 1918: *idem.* 31, 1920: *idem.* 38, 1924): GUYER M. F. (*Trans. Int. Congr. Ophth.*, Washington, 1922: *Amer. Nat.*, 59, 1925: *Proc. Third Race Betterm. Conf.*, Jan., 1928): LITTLE C. C. and BAGG H. J. (*Anat. Rec.*, Jan., 1923): STOCKARD C. R. (*Amer. Nat.*, 58, 1924): IBSEN H. L. and BUSHNELL L. D. (*Journ. Exp. Zoöl.*, 58, 1931: *Amer. Nat.*, 1934).

rientrano gli Spalacidi, quello dei simplicidentati, ove notevoli parrebbero le tendenze filetiche verso la degradazione degli organi visivi, talora in rapporto con l'esistenza di altri interi ed indipendenti rami, o famiglie, perfettamente specializzati per la vita ipogea, quali i *Bathyergidae*, certi gruppi di Muridi o gli *Octodontidae*. Può quindi esser verosimile che i tre generi di Spalacidi in questione debbano rappresentare nel loro *phylum* tre gradi diversi di realizzazione ortogenetica, paralleli e corrispondenti a potenziali di variabilità diversi dei propri stipiti originari, potenziali di variabilità che potrebbero essersi identificati nella diversa costituzione idioplasmatica primitiva dei loro genomi particolari, ad assetto fisico-chimico più o meno instabile e perciò più o meno limitati nelle loro possibilità ortogenetiche rispetto ai principali caratteri sistematici mutanti, anche in senso degradativo.

Sarebbe davvero interessante un esame genetico in una vasta serie di questi roditori, onde conoscere e valutare la variabilità dei caratteri degradativi e il loro comportamento ereditario in seno al fenotipo: specialmente, vorrei aggiungere, nel caso particolare delle alterazioni ad aspetto patologico del cristallino dei *Tachyoryctes*, che troverei assai interessanti se confrontate con le numerose e recenti ricerche offerteci dalla Patologia e dalla Clinica oculistica a proposito, ad esempio, delle varie forme di cataratta congenita e del loro comportamento ereditario.

Inquadrandole pertanto con le mie brevi e generali considerazioni, riepilogo dei precedenti contributi oftalmologici anatomo-comparativi, mi sembra opportuno terminare con le seguenti e appropriate considerazioni dello STOCKARD (1): « ...The embryos of all blind vertebrates that have been studied show that the optic vesicles, and often lenses, are formed and then become arrested, and either completely degenerate or persist as maldeveloped eyes buried in the head. Those forms that merely burrow and hide temporarily under cover, such as *Rhineura*, the Florida burrowing lizard, exhibit the greatest variation in the degree of degeneration of the eyes. Eigenmann noted that the lens was absent from 50 per cent. of the eyes of *Rhineura* and was variable when present. Such animals are not forced to seek a permanent abode in the dark. Other forms that live constantly in the dark of deep caves show a more uniformly degenerate eye with little variation in degree of development.

» These blind animals may not have inherited a specific eye character, but may rather have inherited a more or less definite change in their developmental rate or capacity during a period peculiarly critical for

(1) STOCKARD C. R. — The structure of the vertebrate eye as an index of developmental deficiencies: with the bearing on recent inheritance studies. *Amer. Nat.*, 58, 1924.

the developmental expression of the eyes. A single mutation may have been responsible. The darkness has not on any substantial ground been shown to be a causal factor in such conditions. If these animals represent a genetic type of subnormal development then it is rather logical to presume that they will timidly seek cover and come to reside in dark places, while the bolder and more fully developed near relative would have no such tendency to seek the shelter of caves ».

## CONCLUSIONI

1. L'evoluzione morfologica degli organi visivi degli Spalacidi corrisponde alla specializzazione ecologica più o meno accentuata che si osserva nei diversi generi costituenti questa famiglia di roditori. Rispetto ai fenomeni di degradazione anatomica e funzionale si stabilisce infatti la seguente serie: *Rhizomys-Tachyoryctes-Spalax*. Vi si constata dei chiari fatti di ortogenesi, parallela in questo caso, trattandosi attualmente di tre generi vicarianti, distribuiti sopra areali ben distinti e interamente separati (Asia sud-orientale, Africa orientale, Mediterraneo).

2. L'occhio, ancora funzionante e provvisto di ogni suo normale organo in *Rhizomys*, presenta gravi alterazioni in *Tachyoryctes* (riduzione della rima palpebrale, scomparsa della camera anteriore, eccessivo aumento dei processi ciliari, arresto di sviluppo e comparsa di una fascia di degenerazione polare posteriore nel cristallino, limitata differenziazione della corioidea, riduzione dei muscoli oculomotori, notevole sviluppo della ghiandola di Harder). In *Spalax*, completamente sotterraneo, tali disposizioni morfologiche trovano la loro più alta espressione e danno un occhio minutissimo, con palpebre totalmente saldate, con cristallino affatto rudimentale e saldato alla cornea, con sclero-corioidea non differenziata ma provvista di un calice osseo-cartilagineo attorno al punto d'ingresso del nervo ottico, con retina poco evoluta a strati non ben distinti, con iride e corpi ciliari indistinti, ridotti ad un enorme ammasso plicato e pigmentato anteriore, con corpo vitreo dall'aspetto embrionale, e finalmente con scomparsa dei muscoli oculomotori e con straordinario incremento della ghiandola di Harder.

3. Delle tre forme, che rappresentano tre diversi e graduali stadi di realizzazione ortogenetica di una organizzazione degradativa, probabilmente caratteristica delle tendenze filetiche ed evolutive del gruppo, la più interessante per la sua posizione intermedia parrebbe essere *Tachyoryctes*, di cui sarebbe interessante poter osservare in natura, su di una serie abbastanza ampia, la variabilità e il comportamento genetico nei confronti dei principali caratteri di degenerazione degli organi visivi.